



TITLE:

# デマンド・レスポンスの経済分析( Abstract\_要旨)

AUTHOR(S):

牛房, 義明

---

CITATION:

牛房, 義明. デマンド・レスポンスの経済分析. 京都大学, 2019, 博士(経済学)

ISSUE DATE:

2019-07-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k21989>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開

(続紙 1 )

京都大学	博士（経済学）	氏名	牛房 義明
論文題目	デマンド・レスポンスの経済分析		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文は電力需給の逼迫や電力システムの不安定を回避するために電力需要をコントロールする手段として注目されているデマンド・レスポンスについて経済学の視点から分析したものである。本論文は、序章で分析の背景と目的、主題となる研究領域について述べ、第1章でデマンド・レスポンスの定義と種類、電力消費を抑制する従来の経済学的手法とその限界を説明し、行動経済学の基本的概念を利用した電力消費に関する研究を整理し、第2章から第5章で多方面からの分析を行い、終章で総括するという構成である。</p> <p>第2章「デマンド・レスポンス発動時の最大節電行動に関する分析」では、北九州で実施されたデマンド・レスポンス実証における節電効果に関する分析を行った。北九州で実施された1年目の夏の実証では、電気料金が高くなるにつれて節電効果も大きくなるといった傾向が確認された。しかし、2年目の夏は1年目の夏の実証のような傾向は見受けられなくなったため、なぜそのような現象が生じたのかについて検証した。その原因として、デマンド・レスポンスが発動されると、料金水準に関わりなく、一気に電力消費を減らす世帯が存在することが確認された。</p> <p>第3章「機械学習を用いた電力需要予測モデルの検討」では、北九州のデマンド・レスポンス実証データと機械学習を活用して、デマンド・レスポンス発動時の電力需要モデルを検討した。ここでは、モデルが複雑になれば、モデルの予測性能が改善されることが確認された。また、複雑なモデルであっても、説明変数が落とされることで、過学習が回避される可能性が確認された。</p> <p>第4章「一般世帯を対象にした電気料金型デマンド・レスポンスの費用便益分析」では、北九州の実証データを利用して、日本の一般世帯を対象にした電気料金型デマンド・レスポンスの費用便益分析を行い、デマンド・レスポンスの経済性を検証し</p>			

た。その結果、いくつかの前提条件を満たせば、電気料金が100円/kWh以上だと費用便益比率（B/C）が1より大きいことが確認された。

第5章「オフィスビルを対象にしたオートデマンド・レスポンス（ADR）による節電効果」では、オフィスビルの従業員を対象にしたオートデマンド・レスポンスによる節電効果について分析した。その結果、節電参加率はデフォルトが参加である場合が高いが、実際に節電に参加した従業員の節電効果はデフォルトが不参加である場合が大きいトレードオフの関係が確認された。また成果報酬と固定報酬の節電効果を比べると成果報酬の方が大きいことが明らかになった。

終章では得られた結果をもとに政策的含意・課題について述べ、以下のような総括を行った。価格に応じて人々が電力需要のコントロールをすることには限界があるため、より効果的なデマンド・レスポンスを実行するためには、手動のデマンド・レスポンスから自動のデマンド・レスポンスの移行が求められる。また、再生可能エネルギーの大量導入により、電力需要のピークがシフトし、電力需要を抑制するタイミングが変化している。さらに、昼間の太陽光発電による余剰電力が発生するため、電力需要を抑制するだけでなく、より多く電力を消費する必要がある時間帯が発生している。そのため、需要抑制のデマンド・レスポンスだけでなく、需要を誘発するデマンド・レスポンスも求められる。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、一般世帯を対象にした電気料金型デマンド・レスポンスとオフィスビルの従業員を対象にしたインセンティブ型デマンド・レスポンスを定量的に分析したものである。

研究の目的は次の4点である。第一に、2年目の夏の電気料金型デマンド・レスポンス実証において、なぜ価格に応じた節電行動が確認されなかったのかを明らかにすること、第二に、デマンド・レスポンスが日本全体で導入されるときにどれだけの費用と便益が発生するのかを試算すること、第三に、機械学習を利用して精度の高い需要予測モデルを検討すること、第四に、オフィスビルの従業員が、どのような節電参加条件だと節電に協力するのかを明らかにすることである。

本論文の主な功績を挙げると、以下のとおりである。第一に、2年目の夏の実証において価格変動に応じた節電行動が確認されなかったのは、電気料金水準に関係なく、一気に節電する世帯の存在が原因であることを明らかにした。

第二に、日本国内のデマンド・レスポンス実証のデータと機械学習を利用して一般世帯の電力需要のベンチマークモデルを構築した。

第三に、日本のデマンド・レスポンス実証のデータを利用して、デマンド・レスポンスの費用便益分析を行い、電気料金が100円/kWh以上だと便益が費用を上回ることを示した。

第四に、節電参加条件が異なると節電参加率、節電効果も異なることを明らかにし、参加率を上げるのであればオプトアウト、節電効果を期待するのなら、実際の節電した成果に対し報酬を支払う成果報酬が望ましいことを明らかにした。

以上の通り、本論文は、デマンド・レスポンスの社会実装に向けて必要なエビデンスを示した研究であり、日本における電力需要管理政策に与える示唆に富んでおり、学術的のみならず、政策的に見ても、意義のある研究である。

しかしながら、本論文の分析には残された課題もある。第一に、価格に応じた節

電行動が確認されなかったのは2年目の夏だけでなく、1年目の冬においても確認されなかった。2年目の夏同様、1年目の冬においても、その因果的なメカニズムに対する考察が求められる。

第二に、本論文ではLASSOを利用して、電力需要予測モデルを検討したが、LASSO以外にニューラルネットワーク、ランダムフォレストなどの手法を用いた機械学習の予測方法もある。LASSO以外の手法を利用し、それらの手法によるモデルの予測性能の比較を行い、より精緻な電力需要予測モデルの検討が求められる。

第三に、デマンド・レスポンスの費用便益分析においては、デマンド・レスポンスの節電効果による発電コストの節約を便益として試算したが、送配電線に対する費用の節約については全く考慮されていない。現実的なデマンド・レスポンスの経済性を評価するためにはデマンド・レスポンスによる送配電線にかかる費用の節約がどれくらいになるのかの試算が求められる。

第四に、オフィスビルにおけるデマンド・レスポンス実証で制御した機器はパーソナルタスクライトであった。タスクライトより電力消費量の大きいパーソナル空調の制御によるデマンド・レスポンスも検証する必要がある。また、本実証の費用便益分析が行われていないので、インセンティブ型デマンド・レスポンスの経済性を検証する必要がある。こうした問題点はあるものの、これらは本論文の価値を損なうものではない。

よって、本論文は、博士（経済学）の学位論文として価値あるものと認める。尚、令和元年6月3日、論文内容とそれに関連した試問を行った結果、合格と認めた。